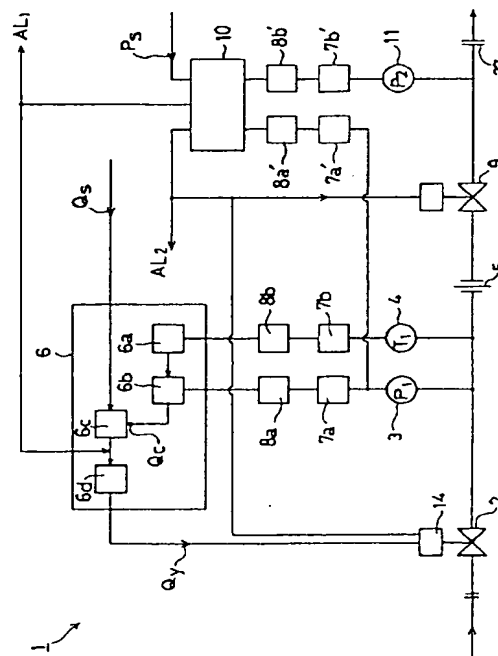


(11)特許出願公開番号



【特許請求の範囲】

【請求項1】 オリフィスの上流側絶対圧力 P_1 と下流側絶対圧力 P_2 との比 P_2/P_1 を約0.7以下に保持した状態で流体の流量制御を行なう圧力式流量制御装置に於いて、オリフィス(5)と、オリフィス(5)の上流側に設けたコントロール弁(2)と、オリフィス(5)の下流側に設けたオリフィス対応弁(9)と、コントロール弁(2)とオリフィス(5)間に設けた一次圧力検出器(3)と、オリフィス(5)の下流側に設けた二次圧力検出器(11)と、一次圧力検出器(3)の検出圧力 P_1 から流量 Q_c を $Q_c = K P_1$ (但し K は定数)として演算すると共に、流量指令信号 Q_s と前記演算した流量信号 Q_c との差を制御信号 Q_y として前記コントロール弁(2)の駆動部(14)へ出力する流量演算装置(6)と、一次圧力検出器(3)の検出圧力 P_1 と二次圧力検出器(11)の検出圧力 P_2 との比 P_2/P_1 を演算する圧力比較演算装置(10)とから構成され、前記制御信号 Q_y によるコントロール弁(2)の開閉によりオリフィス上流側圧力 P_1 を調節し、オリフィス下流側流量を制御することを特徴とする圧力式流量制御装置。

【請求項2】 圧力比較演算装置(10)に、一次圧力検出器(3)の検出圧力 P_1 と二次圧力検出器(11)の検出圧力 P_2 との比 P_2/P_1 が約0.7を越えると警報を発信する警報発信機構を設け、該警報の発信によりコントロール弁(2)及び又はオリフィス対応弁(9)を手動制御又は別制御に切換える構成とした請求項1に記載の圧力式流量制御装置。

【請求項3】 圧力比較演算装置(10)に、一次圧力検出器(3)の検出圧力 P_1 と二次圧力検出器(11)の検出圧力 P_2 の比 P_2/P_1 がほぼ1.0になると警報を発信する警報発信機構を設け、コントロール弁(2)及び又はオリフィス対応弁(9)へ閉弁信号を発信する構成とした請求項1に記載の圧力式流量制御装置。

【請求項4】 オリフィス(5)を、断面形状がラッパ吹奏部の形状を呈し、上流側に対向する最大直径部と中間に位置する最小直径部と下流側に対向する中間直径部とを備えた構成とした請求項1に記載の圧力式流量制御装置。

【請求項5】 オリフィス(5)を交換自在に取付けする構成とした請求項1に記載の圧力式流量制御装置。

【請求項6】 コントロール弁(5)の弁本体(12)とオリフィス対応弁(9)の弁本体(9a)を一体化してブロック化すると共に、当該ブロック化した弁本体に一次圧力検出器の取付孔、二次圧力検出器の取付孔及びオリフィスの取付孔を夫々形成するようにした請求項1に記載の圧力式流量制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は気体等の流量制御装置の改良に関するものであり、主として半導体製造設備や化学品製造設備等に於いて利用されるものである。

【0002】

【従来の技術】半導体製造設備等のガス流量制御装置としては、従前から所謂マスフローコントローラーが多く利用されている。しかし、このマスフローコントローラーには①熱式流量センサの場合、応答速度が比較的遅いこと、②低流量域に於ける制御精度が悪いうえ製品毎に精度のバラツキがあること、③作動上トラブルが多くて安定性に欠けること、④製品価格が高いうえ、交換用部品も高価であってランニングコストが高くつくこと等の様々な不都合が存在する。

【0003】一方、上述の如きマスフローコントローラーの問題点を避けるものとして、図17に示す如き構成の差圧式流量制御装置が多く用いられている。即ち、当該差圧式流量制御装置は、オリフィス30の上・下流側の流体差圧 ΔP を圧力検出器31、32の検出値から求め、検出流量 $Q_c = K \Delta P$ 及び検出流量 Q_c と設定流量 Q_s との差 $Q_y = Q_c - Q_s$ をCPUで演算すると共に、前記流量差 Q_y を制御信号として流量制御弁33へ出力し、前記流量偏差 Q_y を零にする方向に流量制御弁33を開・閉制御するものである。

【0004】しかし、当該差圧式流量制御装置には、①検出流量 Q_c のレンジ範囲が圧力検出器31、32のレンジ範囲の1/2乗となるため、検出流量 Q_c の検出精度が低下すること、②流量測定精度を高めるためには、オリフィス上・下流側に比較的長い直管路を設けて流体の流れを層流にする必要があり、必然的に装置が大型化すること等の問題が残されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本願発明は、前記マスフローコントローラーや差圧式流量制御装置に於ける上述の如き問題、即ち①装置としての総合的な検出精度が低いこと、及び②装置の小型化が困難なこと等の問題の解決を直接の目的とするものであり、一次側の圧力検出器の検出圧力を基準にし、当該検出圧力値に正比例する形で検出流量を演算することにより、高精度な流量制御が行え、しかも小型で且つ安価に製造できるようにした圧力式流量制御装置を提供するものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】而して、ノズルを通る気体流の特徴の一つとして、ノズル前後の気体の圧力比 P_2/P_1 が気体の臨界圧力比(空気や窒素等の場合は約0.5~0.6)以下になると、ノズルを通る気体の流速が音速となってノズル下流側の圧力変動が上流側に伝播しないため、ノズル上流側の状態に相応した安定した質量流量を得ることができると云う事象がある。但し、ノズルの場合には、気体のもつ粘性のためにノズル断面積と音速の積が直接に実際の気体流量を表すことにはな

らず、気体の流量演算を行うにはノズルの形態によって定まる流出係数を求めなければならないことは勿論である。

【0007】そのため、本願発明者等は、各種のノズル形態と流体（ガス）について、その流出係数を求める試験を繰り返し行って来たが、その試験過程に於いて、前記気体の圧力比 P_1/P_2 が一定値以下の場合には下流側の圧力変動が上流側に伝播しないと云う特性に着目し、気体流通路をノズルに代えて微小オリフィスとした場合の、オリフィス形態と気体流量及びオリフィス上流側の気体圧力 P_1 と気体流量の関係について、各種の測定試験を行った。その結果、気体圧力比 P_1/P_2 が一定値以下である場合には、板状の微小オリフィスを流通する気体流量は、微小オリフィスの径が一定の場合には気体の種類に拘わらず、オリフィス上流側の気体圧力 P_1 に正比例して変化することを見出した。

【0008】即ち、微小オリフィスを流通する気体流量 Q_c はオリフィス上流側の圧力 P_1 に正比例することになり、オリフィス上流側圧力 P_1 を自動制御することにより、オリフィスを流通する流量のフィードバック制御を行なうことができる。また、オリフィスを流通する気体流量は、オリフィス上流側の流速分布やオリフィス下流側の圧力変動の影響を受けないため、オリフィス上流側に直管路を必要とせず、装置の大幅な小形化が計れて流量制御装置の製造コストの引下げが可能となる。更に、流量と圧力の関係が一次関数となるため、圧力検出器のレンジと流量のレンジとが同一となり、従前の差圧式流量形の場合に比較して測定精度が著しく向上することになる。

【0009】ところで、従来から、ディスクタッチ型の流量制御弁等の製作に於いても、気体圧力比 P_1/P_2 が一定値以下の場合のバルブを通過する気体流量 Q_c を、 $Q_c = KSP_1$ （但し、 S は最小流路面積、 P_1 は一次側圧力、 K は常数）として演算することが経験的に行なわれている。しかし、当該流量制御弁に於ける実際の気体流量 Q は、 $Q_c = KSP_1$ で演算した流量の $\pm 20\%$ 位いの値となり、前記 $Q_c = KSP_1$ の関係を気体流量の精密な測定に応用することは困難な状態にある。

【0010】本願発明は、上述の如き本願発明者等の知見に基づいて創作されたものであり、オリフィスの上流側絶対圧力 P_1 を下流側絶対圧力 P_2 の約 1.4 倍以上に保持した状態で流体の流量制御を行なう圧力式流量制御装置に於いて、オリフィス 5 と、オリフィス 5 の上流側に設けたコントロール弁 2 と、オリフィス 5 の下流側に設けたオリフィス対応弁 9 と、コントロール弁 2 とオリフィス 5 間に設けた一次圧力検出器 3 と、オリフィス 5 の下流側に設けた二次圧力検出器 11 と、一次圧力検出器 3 の検出圧力 P_1 から流量 Q_c を $Q_c = KP_1$ （但し K は定数）として演算すると共に、流量指令信号 Q_s と前記演算した流量信号 Q_c との差を制御信号 Q_y として

前記コントロール弁 2 の駆動部 14 へ出力する流量演算装置 6 と、一次圧力検出器 3 の検出圧力 P_1 と二次圧力検出器 11 の検出圧力 P_2 との比 P_1/P_2 を演算する圧力比較演算装置 10 とから構成され、前記制御信号 Q_y によるコントロール弁 2 の開閉によりオリフィス上流側圧力 P_1 を調節し、オリフィス下流側流量を制御することを発明の基本構成とするものである。

【0011】

【作用】圧力検出器 3 によりオリフィス 5 の上流側の流体一次圧力 P_1 が検出され、演算制御装置 6 へ入力される。演算制御装置 6 では $Q_c = KP_1$ の演算式を用いて流量 Q_c が演算されると共に、流量指令値 Q_s と Q_c の比較が行なわれ、両者の差 $Q_c - Q_s$ に相当する制御信号 Q_y がコントロール弁 2 の駆動部 14 へ入力される。即ち、コントロール弁 2 は、前記制御信号 Q_y によって前記両者の差 $Q_c - Q_s$ が零になる方向に開閉制御され、これによってオリフィス下流側の流量 Q_c が設定流量（流量指令値） Q_s に常時保持される。また、オリフィス 5 の下流側の流体二次圧力 P_2 が上昇して P_1/P_2 の値が設定値 P_s （約 0.7）を越えると、当該流量制御装置による流量制御が解除される。即ち、警報が発信されると共に、前記制御信号 Q_y によるコントロール弁 2 の自動制御が解除され、操作員が手動操作又は別制御によってコントロール弁 2 及び又はオリフィス対応弁 9 の開度を調整することにより、手動による流量制御が行なわれる。更に、流体二次圧力 P_2 が上昇して P_1/P_2 の値がほぼ 1.0 に近づくと、警報が発信されると共にコントロール弁 2 及び又はオリフィス対応弁 9 へ閉弁信号が発信される。これにより、二次側流体の逆流が防止される。

【0012】

【発明の実施の態様】以下、図面に基いて本発明の実施例を説明する。図 1 は本発明に係る流量制御装置のブロック構成図であり、当該流量制御装置 1 はコントロール弁 2、一次圧力検出器 3、温度検出器 4、オリフィス 5、流量演算装置 6、増幅器 7a・7b、A/D 変換 8a・8b、オリフィス対応弁 9、圧力比較演算装置 10、A/D 交換器 8a'・8b'、増幅器 7a'・7b'、二次圧力検出器 11、ガス取出し用継手 27 等から形成されている。

【0013】前記コントロール弁 2 には、後述する如き所謂ダイレクトタッチ型のメタルダイヤフラム弁が使用されており、また、その駆動部には、圧電素子形駆動装置が使用されている。尚、コントロール弁 2 の駆動部としてはこの他に、磁歪素子形駆動装置やソレノイド型駆動装置、モータ型駆動装置、空気圧形駆動装置、熱膨張型駆動装置等の使用が可能である。

【0014】前記一次圧力検出器 3 及び二次圧力検出器 11 には半導体歪形圧力センサーが使用されているが、圧力検出器 3・11 としてはこの他に、金属箔歪形圧力

センサーや静電容量形圧力センサー、磁気抵抗形圧力センサー等の使用も可能である。また、前記温度検出器4には、熱電対形温度センサーが使用されているが、測温抵抗形温度センサー等の使用も可能である。

【0015】前記オリフィス5には、板状の金属薄板製ガスケットに放電加工によって所謂ラッパ形を呈する孔部を設けたオリフィスが使用されているが、オリフィス5としてはこの他に、極細パイプやエッチングにより金属膜に孔を形成したオリフィスを使用することができる。尚、本実施態様に於いては、図2に示すようにオリフィス5を断面形状がラッパ吹奏部の形状を呈し、上流側に対向する最大直径部と中間に位置する最小直径部と下流側に対向する中間直径部とを備えた構成としており、具体的には厚さ約7mmのステンレス鋼板5aに、最小直径部の内径 D_1 が約0.2mm、全孔長Bが約1.2mm、最小直径部からの孔長 L_1 が約1.0mm、最大直径部の内径 D_2 が約0.6mmφ、拡径勾配φが約3度の小孔を穿設したオリフィス5を使用している。

【0016】前記流量演算装置6は所謂制御回路基板から形成されており、温度補正回路6a、演算回路6b、比較回路6c、増幅回路6d等が具備されている。また、前記圧力比較演算装置10も流量演算装置6と同様に制御回路基板から形成されており、 P_2/P_1 の演算やこれと設定値 P_s との比較等が行なわれる。尚、上記流量演算装置6と圧力比較演算装置10の制御回路基板は後述する図3に示す如くケース体内に収納される。

【0017】次に、本発明に係る流量制御装置1の作動について説明する。図1を参照して、コントロール弁2の出口側、即ちオリフィス5の上流側の気体圧力 P_1 が圧力検出器3によって検出され、増幅器7a及びA/D変換器8aを経て、ディジタル化された信号が演算回路6bへ入力される。同様に、オリフィス上流側の気体温度 T_1 が温度検出器4で検出され、増幅器7b及びA/D変換器8bを経てディジタル化された信号が温度補正回路6aへ入力される。

【0018】前記流量演算回路6では、圧力信号 P_1 を用いて流量 $Q' = KP_1$ が演算されると共に、前記温度補正回路6aからの補正信号を用いて前記流量 Q' の温度補正が行なわれ、演算流量信号 Q_c が比較回路6cへ入力される。また、比較回路6cへは流量指令信号 Q_s が入力されており、ここで前記演算流量信号 Q_c との比較が行なわれると共に、両者の差信号 $Q_y = Q_c - Q_s$ が、制御信号としてコントロール弁2の駆動部14へ出力される。即ち、演算流量信号 Q_c が流量指令信号 Q_s より大きい場合には、コントロール弁2を閉鎖する方向に、また、前記 Q_c が Q_s より小さい場合にはコントロール弁2を開放する方向に駆動部14が作動され、 $Q_c = Q_s$ となるようにコントロール弁2の開度が自動制御される。

【0019】一方、前記オリフィス5の上流側の気体圧力 P_1 と下流側の圧力 P_2 との間に、 P_2/P_1 が約0.7より小さいこと、即ちオリフィス5の上流側絶対圧力 P_1 が下流側絶対圧力 P_2 の約1.4倍より大きいと云う条件が、常に成立していなければならない。そのため、図1に示す如く、オリフィス5の上流側気体圧力 P_1 と下流側気体圧力 P_2 とが圧力比較演算装置10へ入力されており、設定値 P_s (約0.7)を選定することにより、 $P_2/P_1 > 0.7$ の状態になった場合(即ち、逆流は生じないものの高精度な流量制御ができなくなった場合)には、警報信号 AL_1 が発信されると共に、当該警報信号 AL_1 によって流量演算回路6からコントロール弁2へ加えられている制御信号 Q_y が遮断される。その結果、コントロール弁2及びオリフィス対応弁9は夫々手動制御の状態に切替えられたことになり、操作員が手動操作によって流量制御を行ないつつ、流体の供給を行なうことになる。尚、手動操作によらず、他の系統からの操作信号によって遠隔自動制御をするようにしてもよいことは勿論である。

【0020】また、圧力 P_2 と圧力 P_1 の比 P_2/P_1 がほぼ1.0に近づいて逆流を生ずる状態になった場合には、警報信号 AL_1 が発信されると共にオリフィス対応弁9及び又はコントロール弁2が自動的に閉鎖される。

【0021】図3及び図4は、本発明の第1実施態様に係る装置の流量演算制御装置6及び圧力比較演算装置10を除いた部分の一例を示す縦断面図と横断面図であり、また、図5及び図6は圧電素子型駆動部の縦断面図と横断面図である。尚、図3乃至図5に於いて、2はコントロール弁、3は一次圧力検出器、5はオリフィス、9はオリフィス対応弁、27はガス取出し用継手、11は二次圧力検出器、12は弁本体、13はダイヤフラム、14は駆動部である。

【0022】前記コントロール弁2は、流体入口12a、弁座12b、弁室12c、圧力検出器取付孔12d、流体出口12e等を備えたステンレス鋼製の弁本体12と、ステンレス鋼やニッケル、コバルト合金製のダイヤフラム13と、ダイヤフラム13を下方へ押圧する圧電素子型駆動部14等から形成されている。また、前記ダイヤフラム13は皿バネ15の弾性によって常時下方へ押圧されており、弁座12bへ接当した状態となっている。更に、圧電素子14aへの入力によりこれが伸長すると、圧電素子支持材19を介してダイヤフラム押え16が上方へ引き上げられる。その結果、ダイヤフラム13が上方へ弾性復帰し、弁座12bから離間することにより、弁が開状態となる。

【0023】尚、本実施態様では図5に示すように変位量16μm、10mm×10mm×1.8mmのピエゾ素子ユニット14aを3個直列状に組み合わせることにより、圧電素子駆動部14を形成しており、図5及び図6

に於いて、16はダイヤフラム押え、17はベース体、18はボール、19は圧電素子支持材（スーパーインバー材）、20はストローク調整ねじである。また、前記圧電素子支持材19の熱膨張率は圧電素子（ピエゾ素子）の熱膨張率にほぼ近いスーパーインバー材等により形成されている。

【0024】図7は一次圧力検出器3の取付部の詳細を示すものであり、本実施例では弁本体12の下面側に設けた取付孔12d内へ半導体歪ゲージから成る一次圧力検出器3が、押えナット21によりメタルOリング22を介して気密状に取付けされている。尚、図7に於いて、23はスリーブ、24はベアリングであり、また前記メタルOリング22に代えてメタルCリングやメタルガスケットを用いることができる。

【0025】また、別図として記載されていないが、二次圧力検出器11には一次圧力検出器3と同種のもが使用されており、図3に示す如くオリフィス対応弁9の弁本体9aに設けた取付孔内へ、一次圧力検出器3と同様の機構によって取付け固定されている。

【0026】更に、本実施態様では、前記圧力一次圧力検出器3の検出器取付孔12dを弁本体12の弁室12cより僅かに下流側寄りの底面に形成するようにしているが、図8に示す如く弁本体12の下面側に弁室12cと対向状に取付孔12dを穿設するようにしてもよい。

【0027】前記オリフィス5は図3に示す如く、前記一次圧力検出器3より下流側に設けられており、本実施例では、メタルダイヤフラム型のオリフィス対応弁9の弁本体9aに形成した流体入口9b内に配設され、取付ねじ25を締込むことによりベアリング24aを介して固定されている。尚、図3及び図4に於いて、9cはオリフィス対応弁9の流体出口である。

【0028】図9は、オリフィス5の取付位置をコントロール弁2の弁本体12側に設けた例を示すものであり、取付構造そのものは、前記オリフィス対応弁9の弁本体9a側に設けるようにした図3の場合と、全く同一である。

【0029】図10はオリフィス5の更に他の取付例を示すものであり、オリフィス5そのものを交換自在に取付けしたものである。即ち、弁本体12のオリフィス取付孔12f内にリング状の当り面を形成すると共に、オリフィス挿入孔12gを流体通路と垂直方向に形成し、プレート状のオリフィス5を挿入孔12gを通して上方より取付孔12f内へ挿入すると共に、締付押え体26を締込むことにより、ベアリング24bを介してオリフィス5を固定するように形成されている。また、流量範囲に応じてオリフィス5を取り替える場合には、前記押え体26をゆるめ、オリフィス5を差し替えたあと、再度押え体26を締込む。

【0030】図11は本発明の他の実施態様を示すものであり、図3に示した第1実施態様に於けるコントロー

ル弁2の弁本体12とオリフィス対応弁9の弁本体9aとを一体化してブロック化し、これに各圧力検出器3・11の取付孔やオリフィス5の取付孔を形成するようにしたものである。即ち、当該圧力式流量制御装置を形成するコントロール弁2やオリフィス対応弁9等は、全てブロック化された一基の本体ブロックZに夫々設けられており、且つ当該本体ブロックZは三つのブロック片Z₁、Z₂、Z₃から組立形成されている。

【0031】尚、図11に於いて27はガス取出し用継手、28はガス供給用継手、29は流動演算装置6及び圧力比較演算装置10等を形成する制御基盤、Zは本体ブロック、Z₁、Z₂、Z₃はブロック片であり、コントロール弁2やオリフィス対応弁9、一次圧力検出器3、二次圧力検出器11等は全て前記第1実施態様に於いて使用しているものと同一である。また、本実施態様では、コントロール弁2の弁本体やオリフィス対応弁9の弁本体をブロック化し、これにオリフィス取付孔や圧力検出器取付孔を夫々一体的に形成する構成としているため、所謂流量調整装置1の内部に於ける流体通路空間の容積を大幅に少なくすることができ、ガスの置換性等が向上する。

【0032】図12及び図13は、図14の試験装置により測定した本発明に係るオリフィス等を用いた場合の下流側（二次側）圧力変動による流量特性を示すものであり、図13は図12の拡大図である。即ち、曲線Aは図2にした本発明のオリフィスにN₁ガスを規定方向に流した場合の流量、また、曲線Bは図2のオリフィスにN₁ガスを図2とは逆方向に流した場合の流量、図Cはオリフィスを0.2mmφの丸穴とした場合の流量を夫々示すものであり、上流側（一次側）圧力は2.0kgf/cm²Gの一定値に保持されている。

【0033】尚、図12及び図13に於ける流量（cc/min）は、0℃・760mmHgに換算した値である。また、図14に於いてGN₁は窒素ガス源、RGは減圧弁、P₁はアナログ出力付き圧力計、P₂は精密圧力計、V₁は下流側圧力調整器、5はオリフィス、Sは石鹸膜流量計である。

【0034】図12及び図13の曲線Aからも明らかなように、本発明に係るオリフィス5（図2に示したオリフィス）に於いてガスを規定方向に流した場合には、P₁/P₂が約0.7未満（即ちP₁/P₂が約1.4以上）の範囲に於いて、二次側ガス流量は二次側圧力P₂の変動に拘わらず常に一定値となることが判る。

【0035】図15及び図16は本発明に係る圧力式流量制御装置の気体を窒素ガスとした場合の流量制御特性を示すものであり、図15はオリフィスの下流側を約10torrの真空とした場合、また、図16はオリフィスの下流側を大気圧とした場合を夫々示すものである。図15及び図16からも明らかなように、上流側圧力P₁と下流側圧力P₂との比P₁/P₂が約0.7以下の

範囲に於いては、流量 Q_c と P_1 とはリニアな関係に保持されている。尚、図15及び図16に於いて曲線A、B、Cは夫々丸穴のオリフィス内径を0.37mm ϕ 、0.20mm ϕ 、0.07mm ϕ とした場合を示すものである。

*【0036】表1は、本発明に係る圧力式流量制御装置と従前の差圧式流量制御装置の精度等を、圧力検出器の測定範囲と精度を同一と仮定して比較したものである。

【0037】

	差圧式流量制御装置	本願発明
圧力検出器の測定範囲	1:50	1:50
圧力検出器の精度	$\pm 0.25\%$	$\pm 0.25\%$
計算流量範囲	1:7	1:50
流量測定精度	$\pm 0.9\%$	$\pm 0.25\%$
最大目録100cc/min の場合の測定可能範囲	14~100	2~100
大きさ(差圧流量計を1とする)	1	0.5

この表からも明らかなように、本件発明は差圧式流量制御装置に比較して、流量測定精度や測定可能範囲の点で優れていると共に、装置をより小形化できることが判る。

【0038】また、表2は、従前の標準的なマスフローコントローラと本願発明の特性等を比較したものであ

※る。この表からも明らかなように、本願発明は低流量域に於ける測定精度及び製造コスト等の点で、マスフローコントローラに優るものであることが判る。

【0039】

【表2】

	マスフローコントローラ	本 発 明
精 度	最大流量に対する誤差	$\pm 1\%$
	最大流量の2%流量の際の誤差	$\pm 50\%$
故 障	初期不良	有
	弁部のつまり	有
コ ス ト	製造コスト	1
	ランニングコスト	高

【0040】

【発明の効果】本発明では上述の通り、オリフィスの上流側絶対圧力 P_1 とオリフィスの下流側絶対圧力 P_2 との比 P_2/P_1 を約0.7以下に保持することにより、前記圧力 P_1 とオリフィス下流側流量との間に一次関数関係を成立させ、これに基づいて前記上流側圧力 P_1 を調整することにより、下流側流量 Q_c を設定値に自動制御する構成としている。その結果、従前のマスフローコントローラに比較して、低流量域に於ける測定精度を高めることができると共に、故障も少なくすることができ、しかも、製造コストの大幅な引下げを図り得る等の優れた効用が得られる。

【0041】また、本願発明では、従前の差圧式流量制御装置に比較してより高い流量検出精度が得られると共に、装置の小形化並びに製造コストの引下げを図ることができる。

【0042】更に、本発明では、オリフィス上流側の圧力 P_1 を制御することにより、オリフィス下流側流量を

圧力 P_2 の一次関数の型で得る構成としているため、所謂流量のフィードバック制御が容易となり、制御装置の安定性の向上や製造コストの引下げが可能となる。

【0043】加えて、本発明では、圧力比較演算装置を設けると共にオリフィス下流側圧力 P_2 を測定し、前記 P_2 と P_1 の比 P_2/P_1 が所定の設定値を越えるとオリフィス対応弁及び又はコントロール弁を手動操作に切替え、手動による流量調整によりガス供給を行なうと共に、 P_2/P_1 がほぼ1.0に近づいて逆流を生じる危険状態になると、オリフィス対応弁を自動的に閉鎖する構成としている。その結果、流量制御装置は、オリフィス一次側圧力 P_1 と二次側圧力 P_2 とが所定の圧力関係下にある場合には自動操作により作動することになり、より高精度な流量制御が可能となる。また、手動操作によってもガス供給が行なえるため、流量制御装置の作動範囲が拡大されると共に、ガスの逆流を自動的に防止することができ、設備の安全性がより高められることになる。

【0044】一方、半導体製造用等の特殊材料ガスの中には、配管材料の触媒作用により比較的低温でも容易に分解するものがある。従って、配管材料の内面には、触媒作用を防止するための処理（例えば酸化クロム不動態処理やフッ化不動態処理等を施す必要があるが、本発明に係る流量制御装置に於いては、内部構造がシンプルであり、内面の全面に上記処理等を簡単に施すことができるため、実用上極めて有利である。

【0045】また、本発明に係る圧力式流量制御装置では、ブロック本体にコントロール弁やオリフィス対応弁、圧力検出器、オリフィス等を夫々一体的に取付け形成する構成としているため、流量調整装置の流体通路空間の容積を大幅に少なくすることができるうえ、流体通路内に流体の滞留部が形成されることも殆んど無い。その結果、ガスの所謂置換性が大幅に向上すると共に、目詰まり等による故障やガス純度の低下がほぼ皆無となる。本発明は上述の通り、優れた実用的効用を奏するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る圧力式流量制御装置の構成を示すブロック図である。

【図2】オリフィスの一例を示す縦断面図である。

【図3】圧力式流量制御装置の縦断面図である。

【図4】圧力式流量制御装置の横断面図である。

【図5】コントロール弁の圧電素子形駆動部の縦断面図である。

【図6】図5のイーイー視断面図である。

【図7】圧力式流量制御装置の圧力検出器の取付部を示す部分縦断面図である。

【図8】圧力式流量制御装置の他の実施例を示す縦断面図である。

【図9】オリフィスをコントロール弁の弁本体に設けた場合の他の例を示す部分縦断面図である。

【図10】オリフィスをコントロール弁の弁本体に設けた場合の更に他の例を示す部分縦断面図である。

*【図11】本発明の他の実施態様に係る圧力式流量制御装置の断面概要図である。

【図12】本発明に係るオリフィスを用いた場合の下流側圧力と流量の関係を示す特性図である（上流側圧力一定の場合）。

【図13】図12の部分拡大図である。

【図14】図12及び図13の特性試験装置の概要説明図である。

【図15】本発明に係る圧力式流量制御装置の流量制御特性を示すものである（オリフィスの下流側圧力が真空の場合）。

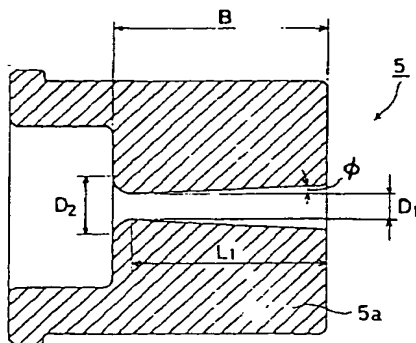
【図16】本発明に係る圧力式流量制御装置の流量制御特性を示すものである（オリフィスの下流側圧力が大気圧の場合）。

【図17】従前の差圧式流量制御装置のブロック線図である。

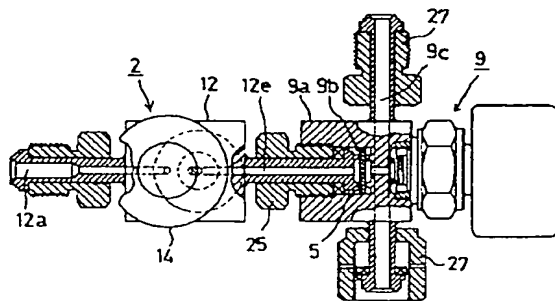
【符号の説明】

1は流量制御装置、2はコントロール弁、3は一次圧力検出器、4は温度検出器、5はオリフィス、6は流量演算装置、7a・7b、7a'・7b'は増幅器、8a・8b、8a'・8b'はA/D変換器、9はオリフィス対応弁、9aは弁本体、9bは流体入口、9cは流体出口、10は圧力比較演算装置、11は二次圧力検出器、12は弁本体、12aは流体入口、12bは弁座、12cは弁室、12dは圧力検出器取付孔、12eは流体出口、12fはオリフィス取付孔、12gはオリフィス挿入孔、13はダイヤフラム、14は駆動部、14aは圧電素子、15は皿バネ、16はダイヤフラム押え、17はベース本体、18はボール、19は圧電素子支持材、20はストローク調整ねじ、21は押えナット、22はメタルリング、23はスリーブ、24a・24bはベアリング、25は取付ねじ、26は締付押え体、27はガス取出し用継手。28はガス供給用継手、29は制御基板、Zは本体ブロック、Z₁・Z₂・Z₃はブロック片。

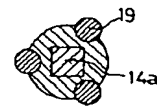
【図2】



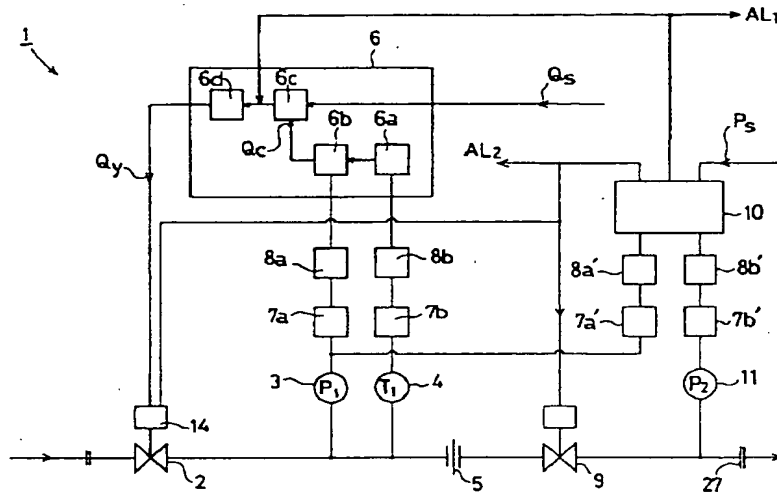
【図4】



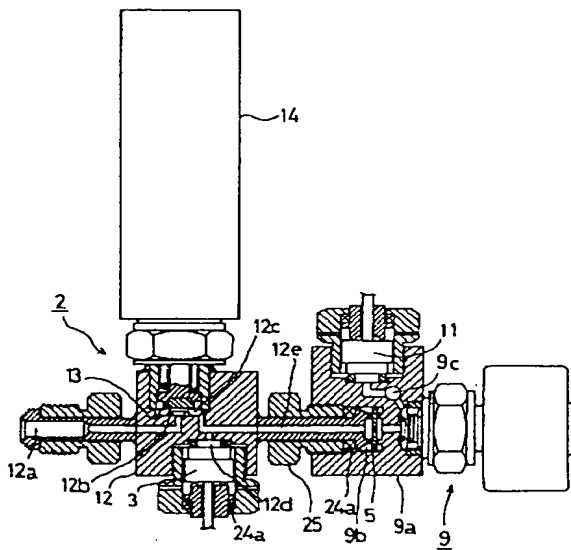
【図6】



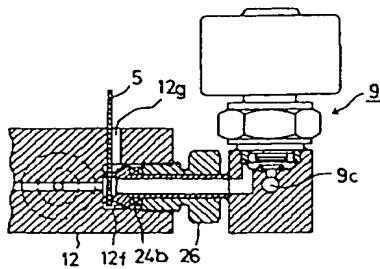
【図1】



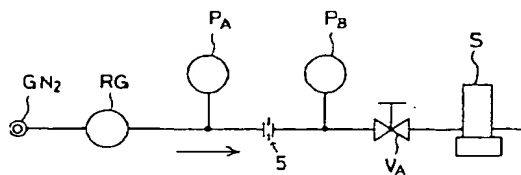
【図3】



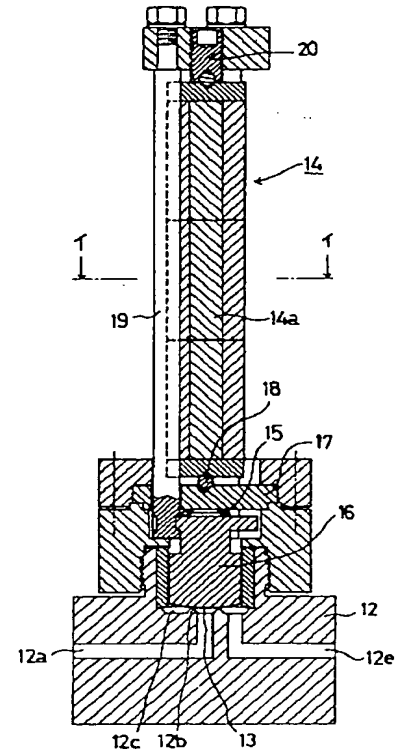
【図10】



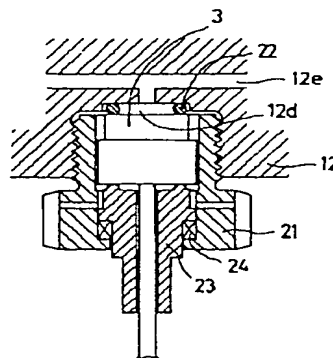
【図14】



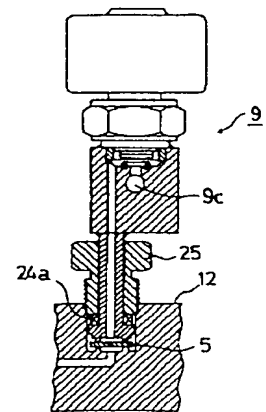
【図5】



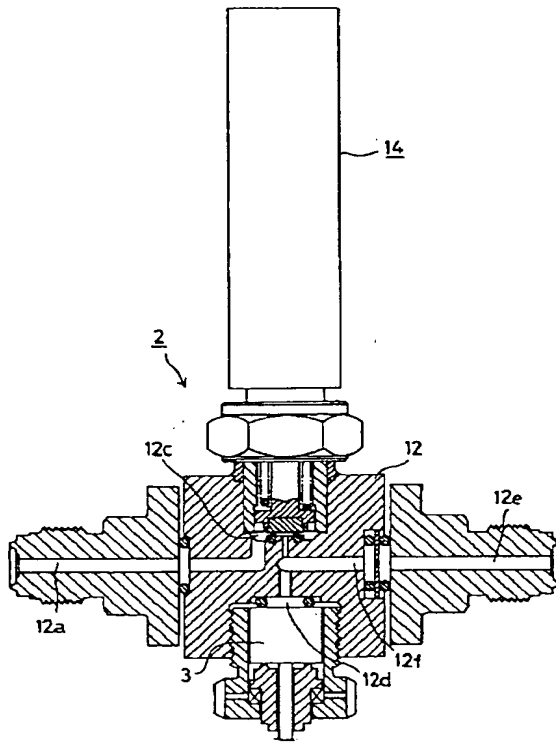
【図7】



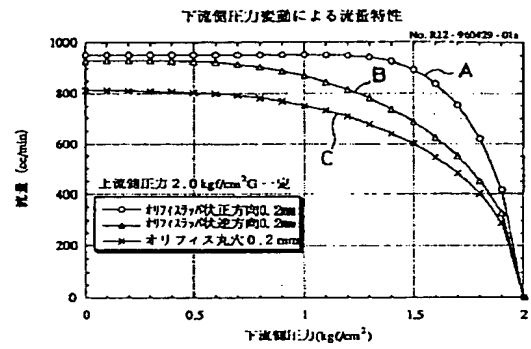
【図9】



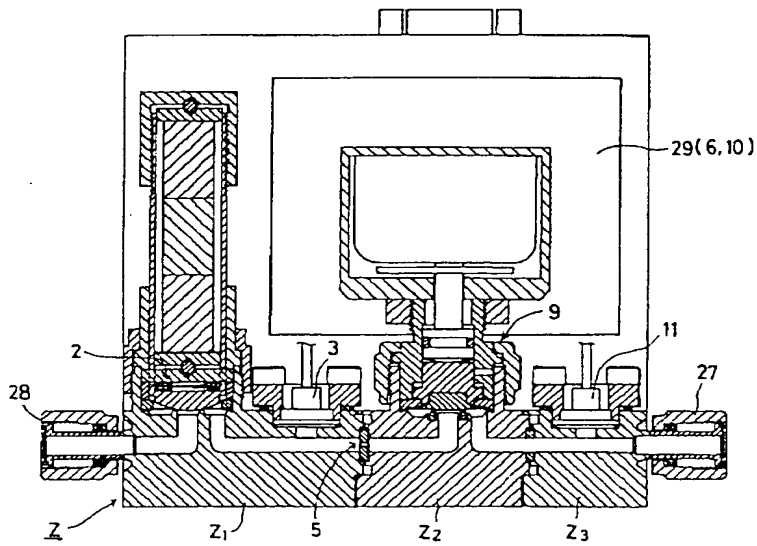
【図8】



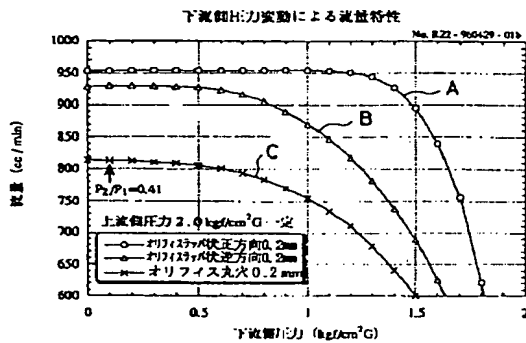
【図12】



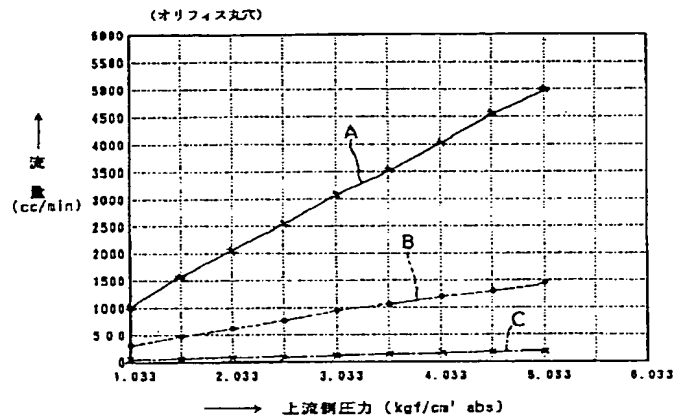
【図11】



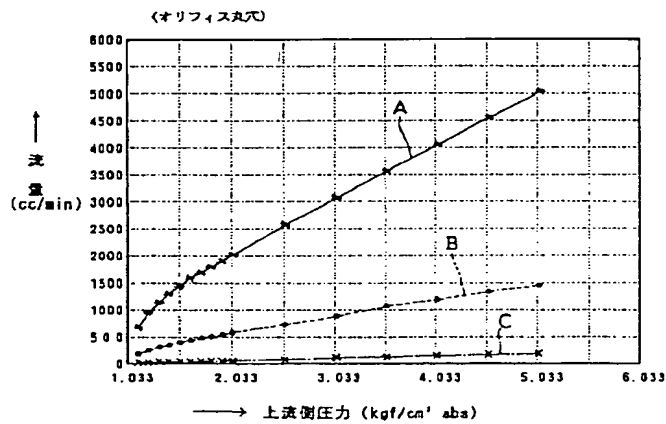
【図13】



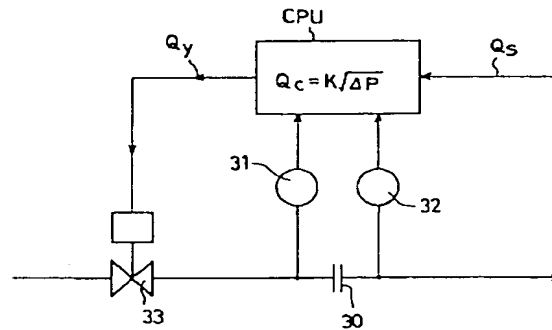
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(72)発明者 西野 功二
大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号
株式会社フジキン内

(72)発明者 池田 信一
大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号
株式会社フジキン内

(72)発明者 森本 明弘
大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号
株式会社フジキン内

(72)発明者 皆見 幸男
大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号
株式会社フジキン内

(72)発明者 川田 幸司
大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号
株式会社フジキン内

(72)発明者 土肥 亮介
大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号
株式会社フジキン内

(72)発明者 福田 浩幸
大阪府大阪市西区立売堀2丁目3番2号
株式会社フジキン内